

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-198264

(P2002-198264A)

(43) 公開日 平成14年7月12日 (2002.7.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 G	9/028	H 0 5 K 1/18	R 5 E 3 3 6
	9/00	3/46	Q 5 E 3 4 6
	9/04	H 0 1 G 9/02	3 3 1 E
H 0 5 K	1/18	9/05	G
	3/46		H

審査請求 有 請求項の数24 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-312830(P2001-312830)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成13年10月10日 (2001.10.10)	(72) 発明者	嶋田 幹也 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2000-311603(P2000-311603)	(72) 発明者	中田 泰彦 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32) 優先日	平成12年10月12日 (2000.10.12)	(74) 代理人	110000040 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

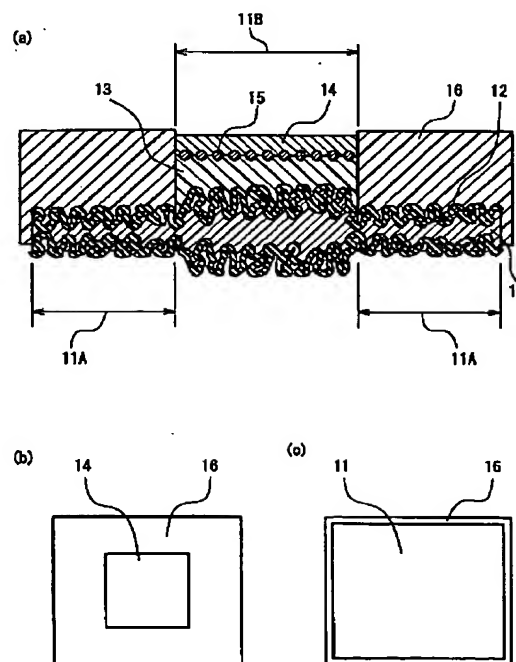
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電解コンデンサおよび電解コンデンサ内蔵回路基板、並びにそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 回路基板への埋め込みを行う際にショート発生や漏れ電流の増大を抑えることが可能な低 E S L の電解コンデンサと、高周波応答および大電流駆動が可能な電解コンデンサ内蔵回路基板とを提供する。

【解決手段】 電極引き出し部 1 1 A と容量形成部 1 1 B とを有する陽極用弁金属箔 1 1 の表面に誘電体酸化皮膜層 1 2 が設けられ、さらに、固体電解質層 1 3、陰極用集電体層 1 4 が順に設けられる。陽極用弁金属箔 1 1 の電極引き出し部 1 1 A および容量形成部 1 1 B は、表面に粗面化層を有しており、かつ、粗面化層の厚み方向に圧縮されている。さらに、電極端子として機能する電極引き出し部 1 1 A と陰極用集電体層 1 4 とを除く領域は、モールド材 1 6 にてモールドされている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体と、
前記陽極用弁金属体の表面に設けられた誘電体酸化皮膜層と、
前記誘電体酸化皮膜層上に設けられた固体電解質層と、
前記固体電解質層上に設けられた陰極用集電体とを備え、
前記陽極用弁金属体の容量形成部および電極引き出し部が、表面に粗面化層を有し、かつ、前記粗面化層の厚み方向に圧縮されていることを特徴とする電解コンデンサ。

【請求項 2】 前記容量形成部を避けた領域に、全体を厚み方向に貫通する導電体ビアをさらに備え、
前記導電体ビアが、前記陽極用弁金属体、固体電解質層、および陰極用集電体と電気的に絶縁されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 3】 前記容量形成部における圧縮後の粗面化層の厚さ指数が 0.5 以上 1.0 未満であることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。ただし、圧縮後の粗面化層の厚さ指数とは、圧縮前の粗面化層の厚みを 1 としたときの圧縮後の粗面化層の厚みである。

【請求項 4】 前記電極引き出し部における圧縮後の粗面化層の厚さ指数が 0.5 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。ただし、圧縮後の粗面化層の厚さ指数とは、圧縮前の粗面化層の厚みを 1 としたときの圧縮後の粗面化層の厚みである。

【請求項 5】 前記電極引き出し部に、前記電極引き出し部の表面から露出するように導電性粒子が埋め込まれていることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 6】 前記導電性粒子は、Au 粒子、Ag 粒子、Cu 粒子、Ni 粒子、および C 粒子のうちから選択されることを特徴とする請求項 5 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 7】 前記陰極用集電体が、その表面から露出するように炭素粒子が埋め込まれた金属箔からなることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 8】 前記陰極用集電体が、その表面から露出するように炭素粒子が埋め込まれた金属箔と、クラッド層とからなるクラッド材であることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 9】 前記容量形成部と前記電極引き出し部とが、前記陽極用弁金属体の同一平面に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 10】 前記容量形成部は前記陽極用弁金属体の一方面に設けられ、前記電極引き出し部は前記陽極用弁金属体の前記一方面に対向する他方面に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 11】 前記陽極用弁金属体が弁金属層と金属

層とからなることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 12】 前記金属層は Cu または Ni からなることを特徴とする請求項 11 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 13】 前記電極引き出し部の所定部分および前記陰極用集電体の所定部分以外の領域がモールド材にて封止されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 14】 前記電極引き出し部および前記陰極用集電体の少なくとも一方は複数箇所が露出していることを特徴とする請求項 13 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 15】 前記固体電解質層が、導電性高分子層、導電性接着剤層、および導電性高分子層がこの順に積層された三層構造であることを特徴とする請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 16】 請求項 1 に記載の電解コンデンサを製造する方法であって、

陽極用弁金属体のうち少なくとも容量形成部および電極引き出し部となる領域の表面を粗面化する工程と、
前記陽極用弁金属体の粗面化された領域を厚み方向に加圧する工程とを含むことを特徴とする電解コンデンサの製造方法。

【請求項 17】 前記陽極用弁金属体における前記容量形成部の領域を加圧する際、圧縮後の粗面化層の厚さ指数が 0.5 以上 1.0 未満となるように加圧することを特徴とする請求項 16 に記載の電解コンデンサの製造方法。ただし、圧縮後の粗面化層の厚さ指数とは、圧縮前の粗面化層の厚みを 1 としたときの圧縮後の粗面化層の厚みである。

【請求項 18】 前記陽極用弁金属体における前記電極引き出し部の領域を加圧する際、圧縮後の粗面化層の厚さ指数が 0.5 以下となるように加圧することを特徴とする請求項 16 に記載の電解コンデンサの製造方法。ただし、圧縮後の粗面化層の厚さ指数とは、圧縮前の粗面化層の厚みを 1 としたときの圧縮後の粗面化層の厚みである。

【請求項 19】 さらに、表面に誘電体酸化皮膜層が形成された状態の電極引き出し部に導電性粒子を配置して、前記電極引き出し部に前記導電性粒子を埋め込む方向に前記電極引き出し部を加圧する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 16 に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項 20】 前記陽極用弁金属体の表面を粗面化する工程後に、誘電体酸化皮膜層を形成する工程、固体電解質層を形成する工程、および前記陽極用弁金属体の粗面化された領域を加圧する工程を行い、その後前記誘電体酸化皮膜層を修復する工程を行うことを特徴とする請求項 16 に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項 21】 請求項 1 に記載の電解コンデンサを内蔵したことを特徴とする電解コンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 22】 前記電解コンデンサが配線層を有する絶縁材料内に埋め込まれており、陽極用弁金属体の電極引き出し部および陰極用集電体はそれぞれ前記配線層に接続されていることを特徴とする請求項 21 に記載の電解コンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 23】 前記絶縁材料は、無機材料粒子と熱硬化性樹脂とのコンポジット材料であることを特徴とする請求項 22 に記載の電解コンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 24】 請求項 21 に記載の電解コンデンサ内蔵回路基板を製造する方法であって、未硬化状態の絶縁材料に対して電解コンデンサを加圧しながら埋め込む工程を含み、この加圧工程における圧力が、前記電解コンデンサの陽極用弁金属体の容量形成部を加圧する際の圧力よりも小さいことを特徴とする電解コンデンサ内蔵回路基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高速な電源回路に用いられる基板内蔵可能な電解コンデンサおよび電解コンデンサ内蔵回路基板、並びにそれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、コンデンサとしては、アルミニウムやタンタルなどの弁金属を用いた電解コンデンサや、Ag/PdやNiなどを電極として用い、チタン酸バリウムなどを誘電体として用いた積層セラミックコンデンサなどが知られている。これらのコンデンサは電源回路のほとんどに使用されている。近年では特に、CPU駆動回路やスイッチング電源回路などに対して、低駆動電圧化、低消費電力化、高周波対応化が要求されているため、これに伴って、コンデンサについても大容量化、低等価直列抵抗（以下、等価直列抵抗をESRと記載する。）化、低等価直列インダクタンス（以下、等価直列インダクタンスをESLと記載する。）化が要求されている。このような要求に対応するため、特に低ESR化を目的として、電気伝導度の高い機能性高分子を電解コンデンサの陰極用固体電解質として用いる技術が検討され、開発されてきている。

【0003】従来の機能性高分子電解コンデンサの構造について、図11を用いて説明する。図11は、従来の機能性高分子電解コンデンサを示した断面図である。図11において、101は陽極用アルミニウム電極箔、102は誘電体酸化皮膜層、103は導電性高分子層、104はカーボン層、105はAgペースト層、106、107はリードフレーム、108はモールド樹脂である。

【0004】陽極用アルミニウム電極箔101は粗面化処理されており、かつ、表面に誘電体酸化皮膜層102が形成されている。このように表面に誘電体酸化皮膜層102が設けられた陽極用アルミニウム電極箔101の

表面に、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリンなどからなる導電性高分子層103が形成されている。さらに、導電性高分子層103の上に、カーボン層104とAgペースト層105が順次形成されて、従来のコンデンサ素子が構成されている。この従来のコンデンサ素子に対して、陽極端子として機能するリードフレーム106と陰極端子として機能するリードフレーム107がそれぞれ接合され、さらにモールド樹脂108にてコンデンサ素子が封止されることで、従来の機能性高分子電解コンデンサが形成されている。

【0005】このような従来の機能性高分子電解コンデンサは、電解質として電解液を使用した電解コンデンサ（以下、電解液タイプの電解コンデンサという。）よりもESRが低いという特徴があるが、さらなる高容量化と低ESR化を図るために、上記従来のコンデンサ素子をAg接着剤を用いて複数積層した構成も提案されている。さらに、上記従来の電解コンデンサにおいては、よりESRを下げるために、導電性高分子層103の材料やカーボン層104、Agペースト層105の材料開発もなされている。

【0006】また、近年では、MPU電源回路などの高周波駆動回路に用いるべく、低ESR化に加えて、インダクタンス成分による電圧降下を抑制するために低ESL化されたコンデンサの開発が必要になってきている。そのため、ESLの小さい小型の積層セラミックコンデンサや、3端子型や4端子型の電解コンデンサの開発がなされている。さらに、このようなコンデンサが設けられる回路基板に対しては、小型化・薄型化の要求に加えて、LSIの高周波駆動を可能とすることが要求されている。このような回路基板を実現するためには、短配線化や短接続化を実現する必要がある。そこで、コンデンサを回路基板内に埋め込んでLSIのより近くに配置し、電気配線のインダクタンス成分を低減する開発などがなされている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述のような構成の従来の機能性高分子電解コンデンサの場合、陽極端子および陰極端子としてリードフレームが設けられており、さらにコンデンサ素子のサイズも大きいことから、製品のサイズが比較的大きくなってしまふ。そのため、前記従来の機能性高分子電解コンデンサで1nHよりも小さいESL値を実現することは困難であった。このような理由から、従来の機能性高分子電解コンデンサは、低ESRであるものの低ESLが実現困難であるという理由から、高周波駆動の回路に対して用いられるコンデンサとしてはサイズの小さな積層セラミックコンデンサに対して劣勢であるという問題があった。

【0008】一方、前述のとおり、高周波駆動する回路の場合、短配線化や短接続化が必要なことから、回路基板にコンデンサ素子を埋め込む技術の開発がなされてい

10

20

30

40

50

る。しかしながら、従来の機能性高分子電解コンデンサをそのまま回路基板に埋め込むと、埋め込む際の加圧ストレス等によって、粗面化された陽極用弁金属箔（図 11 における陽極用アルミニウム電極箔 101 のエッチング層）や誘電体（図 11 における誘電体酸化皮膜層 102）が破壊し、ショート発生や漏れ電流が大きくなってしまおうという大きな問題があった。このように、従来の機能性高分子電解コンデンサをそのまま回路基板内に埋め込んで十分な特性と信頼性を得ることは困難であった。一方、積層セラミックコンデンサを回路基板に埋め込む場合も、積層セラミックコンデンサが埋め込み時の加圧ストレス等で割れてしまうという問題が存在していた。

【0009】さらに、従来の機能性高分子電解コンデンサを回路基板内に埋め込む場合、回路配線との接続にも課題があった。従来のリードフレーム構造の機能性高分子電解コンデンサを回路配線と接続する際、リードフレームと回路配線とをハンダにより接続するのであるが、この場合短接化が図れず、回路の高周波駆動も困難となっていた。

【0010】本発明はこれらの問題を解決するために、回路基板への埋め込みを行う際にショート発生や漏れ電流の増大を抑えることが可能な低 E S L の電解コンデンサとその製造方法を提供すると共に、高周波応答および大電流駆動が可能な電解コンデンサ内蔵回路基板とその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の電解コンデンサは、容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体と、前記陽極用弁金属体の表面に設けられた誘電体酸化皮膜層と、前記誘電体酸化皮膜層上に設けられた固体電解質層と、前記固体電解質層上に設けられた陰極用集電体とを備え、前記陽極用弁金属体の容量形成部および電極引き出し部が、表面に粗面化層を有し、かつ、前記粗面化層の厚み方向に圧縮されていることを特徴とする。

【0012】この電解コンデンサは、粗面化処理後に粗面化層の厚み方向に圧縮された状態の陽極用弁金属体を用いて形成されている。このように陽極用弁金属体が予め圧縮されているため、積層時やモールド時、さらには回路基板への内蔵時などの加圧ストレスによって生じる陽極用弁金属体の粗面化層や誘電体酸化皮膜層の破壊を抑制することができる。従って、回路基板への埋め込み時等の加圧ストレスによるショート発生や漏れ電流の増大等を抑えた、信頼性の高い電解コンデンサを得ることができる。

【0013】また、陽極用弁金属体を圧縮することでコンデンサ全体の薄型化という効果も得られるので、低 E S L 化を実現することができる。さらに、陽極用弁金属体に設けられた電極引き出し部と陰極用集電体とを接続

端子として用いることが可能であるため、本発明の電解コンデンサはリードフレームでなく上下面に接続端子を有する構造とできる。このため、全体のサイズがより小さくなると共に回路基板に埋め込んだ場合に短接続となる。このため、さらなる低 E S L 化が実現できると共に、回路基板に内蔵した際に回路の高周波駆動も実現できる。

【0014】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、電極引き出し部が表面に粗面化層を有し、かつ、前記粗面化層の厚み方向に圧縮されている。従って、電極引き出し部と回路配線とを電気的に接続する場合に粗面化層のバルク抵抗を低下させることができる。従って、回路配線との電気的接続時の低抵抗化と安定化を実現でき、回路基板に内蔵した際の E S R 値の増加を抑制できる。

【0015】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記容量形成部を避けた領域に、全体を厚み方向に貫通する導電体ビアをさらに備えて、前記導電体ビアが前記陽極用弁金属体、固体電解質層、および陰極用集電体と電気的に絶縁されているように構成することが好ましい。

【0016】この電解コンデンサによれば、回路基板に内蔵した際に電解コンデンサを貫通させて電気配線を設けることができるので、高密度化と高性能化を図ることができる。

【0017】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記容量形成部における圧縮後の粗面化層の厚さ指数が 0.5 以上 1.0 未満であることが好ましい。ただし、圧縮後の粗面化層の厚さ指数とは、圧縮前の粗面化層の厚みを 1 としたときの圧縮後の粗面化層の厚みである。

【0018】この電解コンデンサによれば、圧縮によって容量拡大の効果が得られる。

【0019】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記電極引き出し部における圧縮後の粗面化層の厚さ指数が 0.5 以下であることが好ましい。ただし、圧縮後の粗面化層の厚さ指数とは、上記したとおりである。

【0020】この電解コンデンサによれば、回路基板に内蔵した場合の接続抵抗をより低抵抗化することができる。

【0021】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記電極引き出し部に、前記電極引き出し部の表面から露出するように導電性粒子が埋め込まれていることが好ましい。さらに、前記導電性粒子は、Au 粒子、Ag 粒子、Cu 粒子、Ni 粒子、および C 粒子のうちから選択されることが好ましい。

【0022】この電解コンデンサによれば、電極引き出し部と回路配線とを電気的に接続する際に、さらなる低抵抗化と安定化を実現できる。

【0023】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記陰極用集電体が、その表面から露出するように炭素粒子が埋め込まれた金属箔からなることが好ましい。

【0024】この電解コンデンサによれば、陰極用集電体と固体電解質層との界面抵抗を低下させて、より低ESR化を実現できる。

【0025】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記陰極用集電体を、その表面から露出するように炭素粒子が埋め込まれた金属箔とクラッド層とからなるクラッド材とすることもできる。

【0026】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記容量形成部と前記電極引き出し部とが前記陽極用弁金属体の同一平面に設けられていることが好ましい。

【0027】この電解コンデンサによれば、回路基板内に内蔵した場合に電解コンデンサの同一面側から陽極と陰極の配線を引き出すことができるので、短配線化を実現できる。これにより、回路の高周波駆動に十分対応できるようにする。

【0028】また、本発明の電解コンデンサにおいては、前記容量形成部を前記陽極用弁金属体の一方面に設け、前記電極引き出し部を前記陽極用弁金属体の前記一方面に対向する他方面に設けることも可能である。

【0029】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記陽極用弁金属体を弁金属層と金属層とで形成する。このとき、前記金属層はCuまたはNiからなることが好ましい。

【0030】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記電極引き出し部の所定部分および前記陰極用集電体の所定部分以外の領域がモールド材にて封止されていることが好ましい。さらに、前記電極引き出し部および前記陰極用集電体の少なくとも一方が複数箇所露出しているように封止することにより、3端子構造や4端子構造を実現してさらなる低ESL化を図ることができる。

【0031】さらに、本発明の電解コンデンサにおいては、前記固体電解質層を、導電性高分子層、導電性接着剤層、および導電性高分子層がこの順に積層された三層構造とすることも可能である。

【0032】この電解コンデンサによれば、電解コンデンサとして一体化する際、予め陽極用弁金属体と陰極用集電体の各々に導電性高分子層を設けておき、両者を導電性接着剤層を介して積層するとともに積層方向に加圧することが可能である。このように加圧すれば、各層間の接触面積を拡大して各層間の界面抵抗を低減することができる。

【0033】また、本発明の電解コンデンサの製造方法は、上記の目的を達成するために、陽極用弁金属体のうち少なくとも容量形成部および電極引き出し部となる領

域の表面を粗面化する工程と、前記陽極用弁金属体の粗面化された領域を厚み方向に加圧する工程とを含むことを特徴とする。

【0034】さらに、本発明の電解コンデンサの製造方法においては、前記陽極用弁金属体における前記容量形成部の領域を加圧する際、圧縮後の粗面化層の厚さ指数が0.5以上1.0未満となるように加圧することが好ましい。ただし、圧縮後の粗面化層の厚さ指数とは、圧縮前の粗面化層の厚みを1としたときの圧縮後の粗面化層の厚みである。

【0035】さらに、本発明の電解コンデンサの製造方法においては、前記陽極用弁金属体における前記電極引き出し部の領域を加圧する際、圧縮後の粗面化層の厚さ指数が0.5以下となるように加圧することが好ましい。ただし、圧縮後の粗面化層の厚さ指数とは、上記したとおりである。

【0036】さらに、本発明の電解コンデンサの製造方法においては、表面に誘電体酸化皮膜層が形成された状態の電極引き出し部に導電性粒子を配置して、前記電極引き出し部に前記導電性粒子を埋め込む方向に前記電極引き出し部を加圧する工程を含むことも可能である。

【0037】さらに、本発明の電解コンデンサの製造方法においては、前記陽極用弁金属体の表面を粗面化する工程後に、誘電体酸化皮膜層を形成する工程、固体電解質層を形成する工程、および前記陽極用弁金属体の粗面化された領域を加圧する工程を行い、その後前記誘電体酸化皮膜層を修復する工程を行うことも可能である。

【0038】これらの方法によれば、回路基板に埋め込んだときの加圧ストレスの影響を低減できる基板内蔵可能な低ESLの電解コンデンサを製造することができ

る。

【0039】また、本発明の電解コンデンサ内蔵回路基板は、本発明の電解コンデンサを内蔵したことを特徴とする。

【0040】さらに、本発明の電解コンデンサ内蔵回路基板は、本発明の電解コンデンサが配線層を有する絶縁材料内に埋め込まれており、陽極用弁金属体の電極引き出し部および陰極用集電体がそれぞれ前記配線層に接続されている構成とすることができ、前記絶縁材料としては無機材料粒子と熱硬化性樹脂とのコンポジット材料を用いることが好ましい。

【0041】この本発明の電解コンデンサ内蔵回路基板によれば、高周波応答および大電流駆動が可能な回路基板を実現することができる。

【0042】また、本発明の電解コンデンサ内蔵回路基板の製造方法は、未硬化状態の絶縁材料に対して電解コンデンサを加圧しながら埋め込む工程を含み、この加圧工程における圧力が、前記電解コンデンサの陽極用弁金属体の容量形成部を加圧する際の圧力よりも小さいことを特徴とする。

【0043】この方法によれば、電解コンデンサのショート発生や漏れ電流の増大を抑制しながら電解コンデンサを回路基板内に内蔵することができる。

【0044】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

【0045】（実施の形態1）図1（a）～図1（c）には、本実施の形態の電解コンデンサの概略構成が示されている。図1（a）は断面構成図、図1（b）は上面図、図1（c）は下面図である。但し、ここでは説明の便宜上電解コンデンサの上面と下面を決定しているだけで、本実施の形態の電解コンデンサの使用時において上面および下面は特に指定されるものではない。

【0046】図1（a）～図1（c）において、11は陽極用弁金属箔、12は誘電体酸化皮膜層、13は固体電解質層、14は陰極用集電体層、15は炭素粒子、16はモールド材である。陽極用弁金属箔11は電解エッチングにより表面が粗面化されており、電極引き出し部11Aと容量形成部11Bとを有している。

【0047】以下に、本実施の形態の電解コンデンサの構成について、本発明における電解コンデンサの製造方法の一実施形態と合わせて説明する。

【0048】まず、例えば、純度99.99%のアルミニウム箔に交流電流を印加し、塩酸を主体とする電解液中で電解エッチングすることにより、アルミニウム箔を粗面化して陽極用弁金属箔11を作製する。

【0049】次に、陽極用弁金属箔11の容量形成部11Bを所定のプレス形状を有するプレス機等により加圧プレスし、粗面化層を圧縮する。ここで、粗面化層とは、エッチングにより形成された多数のビットを含む層のことである。次に、陽極用弁金属箔11の電極引き出し部11Aを所定のプレス形状を有するプレス機等により加圧プレスし、粗面化層を圧縮する。この時、容量形成部11Bを加圧プレスする圧力よりも高い圧力でプレスすることが好ましい。さらに、加圧プレス前の粗面化層の厚みに対する加圧プレス後の粗面化層厚みが、容量形成部11Bは0.5以上であることが好ましく、電極引き出し部11Aは0.5以下であることが好ましい。

【0050】次に、陽極用弁金属箔11を中性の電解液中で陽極酸化し、陽極用弁金属箔11の表面に任意の耐圧を有する誘電体酸化皮膜層12を形成する。次に、モールド材16により、陽極用弁金属箔11の所定の部分（容量形成部11B以外の部分）をマスキングし、ポリビニール、ポリチオフェン、ポリアニリンなどからなる導電性高分子を、ドーバントと各モノマーとを含む溶液を用いて、化学重合あるいは化学重合と電解重合により形成する。この導電性高分子層が固体電解質層13となる。

【0051】一方、陰極用集電体層14としては、Cu箔やNi箔、あるいはCu箔やNi箔やAl箔の表面

（固体電解質層13と接する面）に炭素粒子15を加圧プレスなどにより埋め込んだものを用いる。この陰極用集電体層14の一方の面（固体電解質層13と接する面）に、ポリビニール、ポリチオフェン、ポリアニリンなどからなる導電性高分子層を、ドーバントと各モノマーとを含む溶液を用いて、電解重合により形成してもよい。このように導電性高分子層を電解重合により形成した陰極用集電体層14を用いる場合には、陽極用弁金属箔11に設けられた導電性高分子層（固体電解質層13）と陰極用集電体層14に設けられた導電性高分子層とを導電性接着剤（例えば導電性高分子と導電性ペースト）により接合してもよい。なお、このような方法にて形成された電解コンデンサは、結果的に、固体電解質層13が、陽極用弁金属箔11に設けられた導電性高分子層、導電性接着剤層、および陰極用集電体層14に設けられた導電性高分子層からなる三層構造となる。

【0052】また、陰極用集電体層14の形成と固体電解質層13との接合にかかわるプロセスは上記に限るものではない。但し、この接合工程においては、容量形成部11Bを加圧する際の圧力よりも小さい圧力で陰極用集電体層14を押さえながら接合する。なお、陰極用集電体層14は、従来と同じように、カーボン層とAgペースト層とにより形成することも可能である。

【0053】その後、陽極端子と陰極端子となる電極引き出し部11Aおよび陰極用集電体層14の上面の部分以外を、シリカなどの無機フィラーを含むエポキシ樹脂等からなるモールド材16により封止する。

【0054】次に、85℃、80%RHの雰囲気中で、所定の電圧をかけて、誘電体酸化皮膜層12の欠陥修復と固体電解質層13の絶縁化処理を行う。その後、乾燥させることにより、本実施の形態の電解コンデンサが得られる。

【0055】以上のように、本実施の形態の電解コンデンサは、粗面化処理後に厚み方向に圧縮された状態の陽極用弁金属箔11を用いて形成されている。このように陽極用弁金属箔11が予め圧縮されているため、積層時やモールド時、さらには回路基板への内蔵時などの加圧ストレスによって生じる陽極用弁金属箔11の粗面化層や誘電体酸化皮膜層12の破壊を抑制することができる。従って、回路基板への埋め込み時等の加圧ストレスによるショート発生や漏れ電流の増大等を抑えた、信頼性の高い電解コンデンサを得ることができる。

【0056】さらに、陽極用弁金属箔11は、電極引き出し部11Aと容量形成部11Bとを有している。図2に、陽極用弁金属箔11の加圧プレス後の粗面化層厚さ指数（圧縮率）と単位箔厚当たりの容量指数との関係図が示されている。加圧後の粗面化層の厚さ指数とは、圧縮前の粗面化層の厚みを1とした時の圧縮後の粗面化層の厚みである。一方、加圧後の容量指数とは、圧縮前の単位箔厚当たりの容量を1とした時の圧縮後の単位箔厚当

りの容量である。なお、ここでの箔厚とは、粗面化していない部分の厚みを含む陽極用弁金属箔11全体の厚さのことである。また、容量とは、陽極用弁金属箔11を加圧した後、誘電体酸化皮膜12を形成した時の同一面積における電解液中容量である。

【0057】図2に示すように、粗面化層厚さ指数が約0.5~1となるように陽極用弁金属箔11における容量形成部11Bの粗面化層を圧縮すると、単位箔厚当たりの容量指数が1よりも大きくなることがわかる。すなわち、圧縮により容量拡大の効果が得られる。さらに、圧縮することにより陽極用弁金属箔11の薄型化が図れるため、電解コンデンサ全体の薄型化という効果も得られ、ESL値を小さくすることができるが、このような作用効果は、以下に述べる実施の形態2~実施の形態8においても得られる。

【0058】一方、電極引き出し部11Aを容量形成部11Bよりも高い圧力でプレスすることにより、電極引き出し部11Aを回路配線と電気的に接続する場合に粗面化層のバルク抵抗を下げるができる。これにより、電気的接続の低抵抗化と安定化を実現することができる。従って、本実施の形態の電解コンデンサを回路基板に内蔵した場合でも、電解コンデンサと回路配線との接続抵抗により回路基板のESR値が高くなることを防ぐことができる。また、図2に示すように、粗面化層厚さ指数が0.5より小さくなると容量指数が大きくなり低下する。従って、粗面化層厚さ指数が0.5以下となるように電極引き出し部11Aを圧縮すれば、接続抵抗をより低抵抗化することができる。このような、粗面化層厚さ指数が0.5以下となるように電極引き出し部を圧縮すれば、接続抵抗をより低抵抗化できる作用効果は、以降に述べる実施の形態2~実施の形態8についても同様に奏されることである。

【0059】また、陽極用弁金属箔11はアルミニウムが好ましいが、タンタル、ニオブなどの弁金属箔であればこれに限定するものではない。また、粗面化の方法も直流エッチングなど他の方法でも良い。

【0060】また、陰極用集電体層14としては、固体電解質層13との界面抵抗の低減（低ESR化）のために炭素粒子15を加圧プレス等により埋め込んだCu箔やNi箔やアルミニウム箔を用いることが好ましく、ハンダ付けが可能なCuまたはNiと炭素粒子15を埋め込んだアルミニウム箔とのクラッド材でもよい。なお、陰極用集電体層14は、従来の電解コンデンサのように、カーボン層とAgペースト層で形成したものでも良い。

【0061】以上のように、本実施の形態の電解コンデンサは、薄型であって、かつ、リードフレームでなく上下面に接続端子（電極引き出し部11A、陰極用集電体層14）を有する構造であるため、サイズが小さくなると共に回路基板に埋め込んだ場合に短接続となる。この

ため低ESL化が実現でき、さらに回路基板に内蔵した際に高周波駆動も実現できる。具体的には、陽極用弁金属箔11Aとして用いられるアルミニウムとしては、厚さ（圧縮前の厚さ）が40~150 μ m程度のものが使用可能であり、電解コンデンサの厚みも数100 μ m程度にすることが可能である。このため、1nH以下のESL値の実現が可能となる。

【0062】また、本実施の形態では、電極引き出し部11Aと陰極用集電体層14とが露出した2端子構造となっているが、少なくとも電極引き出し部11Aおよび陰極用集電体層14の一方について、端子として機能する部分が2カ所露出するようにモールド材16にてモールドすることで、3端子構造または4端子構造を実現できる。このような構造によれば、陽極用弁金属箔11あるいは陰極用集電体層14が回路基板への搭載時に回路配線として機能するため、さらなる低ESL化が実現できる。

【0063】また、陽極用弁金属箔11は予めを加圧されているため、積層時やモールド時、さらには回路基板への内蔵時などのストレスに強くなり、信頼性の高い電解コンデンサを得ることができる。

【0064】また、低ESR化に関しては、従来の機能性高分子電解コンデンサのESRをセラミックコンデンサ並みに低減することは難しく、機能性高分子やカーボン層、Agペースト層の固有抵抗を下げるだけでは十分でないという課題があった。このことは、電解液タイプのコンデンサと比較した場合、電解液の電導度に対して機能性高分子が2桁以上も電導度が高いにも関わらず、電解液タイプの電解コンデンサに対して機能性高分子を適応してもESRが一桁程度しか下がらないということから明らかであり、低ESR化には陰極となる材料間の界面抵抗を下げる必要がある。この界面抵抗を下げるためには加圧して、材料間の接触面積を増やすことが有効であるが、従来の機能性高分子電解コンデンサは加圧により弁金属の粗面化層が変形し、誘電体酸化皮膜層が破壊されて、ショートが発生あるいは漏れ電流の増大といった問題があった。しかし、本実施の形態の電解コンデンサは予め加圧された陽極用弁金属箔11により構成されているので、容量形成部11Bを加圧するときの圧力以下であれば、陰極用集電体層14接合時に全体を厚み方向に加圧することが可能である。このように、本実施の形態の電解コンデンサによれば、陽極用弁金属箔11や誘電体酸化皮膜層12への加圧によるダメージを最小限に抑えながら、各層間の界面抵抗を低減して積層セラミックコンデンサ並の低ESRを実現することができる。なお、このように接合時に加圧する場合、前述したような固体電解質層13を三層構造とする方法を用いてもよい。

【0065】なお、本実施の形態においては、陽極用弁金属箔11の粗面化層を圧縮した後で、誘電体酸化皮膜

層 12 および固体電解質層 13 を形成し、さらに誘電体酸化皮膜層 12 の欠陥修復を行って電解コンデンサを作製したが、粗面化された陽極用弁金属箔 11 上に誘電体酸化皮膜層 12 および固体電解質層 13 を形成した後で、陽極用弁金属箔 11 の粗面化層を圧縮し、さらに誘電体酸化皮膜層 12 の欠陥修復を行ってもよい。この方法によれば、固体電解質層 13 形成後に加圧するので、陽極用弁金属箔 11 の粗面化層の空間にも固体電解質を充填することができ、容量を向上させることができる。

【0066】（実施の形態 2）図 3（a）～図 3（c）には、本実施の形態の電解コンデンサの概略構成が示されている。図 3（a）は断面構成図、図 3（b）は上面図、図 3（c）は下面図である。但し、ここでは説明の便宜上電解コンデンサの上面と下面を決定しているだけで、本実施の形態の電解コンデンサの使用時において上面および下面は特に指定されるものではない。図 3（a）～図 3（c）において、17 は導電性粒子である。なお、実施の形態 1 にて説明した部材と同様の部材には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材の説明を省略する。

【0067】本実施の形態の電解コンデンサは、実施の形態 1 の電解コンデンサとはほぼ同じ構成であるが、陽極用弁金属箔 11 の電極引き出し部 11A において電極端子として機能する部分に導電性粒子 17 が埋め込まれている点で異なる。以下に、本実施の形態における電解コンデンサの製造方法について説明する。

【0068】まず、例えば、純度 99.99% のアルミニウム箔に交流電流を印加し、塩酸を主体とする電解液中で電解エッチングすることにより、アルミニウム箔を粗面化して陽極用弁金属箔 11 を作製する。

【0069】次に、陽極用弁金属箔 11 の容量形成部 11B を所定のプレス形状を有するプレス機等により加圧プレスし、粗面化層を圧縮する。このとき、加圧プレス前の粗面化層の厚みに対する加圧プレス後の粗面化層厚みが 0.5 以上となるようにプレスすることが好ましい。

【0070】次に、陽極用弁金属箔 11 を中性の電解液中で陽極酸化し、陽極用弁金属箔 11 の表面に任意の耐圧を有する誘電体酸化皮膜層 12 を形成する。

【0071】次に、陽極用弁金属箔 11 の電極引き出し部 11A の下面部分に、導電性粒子 17 として粒径数 μm の Au 粒子を置き、Au 粒子を埋め込む方向に電極引き出し部 11A を加圧プレスする。この工程により、導電性粒子 17 が陽極用弁金属箔 11 上の誘電体酸化皮膜層 12 を破って埋め込まれるため、電極引き出し部 11A と回路配線とを電気的に接続する際の接続抵抗の低抵抗化と安定性を実現することができる。ここで、電極引き出し部 11A に対するプレスは、導電性粒子 17 の脱落を防ぐために、容量形成部 11B に対するプレスよりも高い圧力で行うことが必要である。さらに、容量形

成部 11B は、加圧プレス後の粗面化層の厚みを加圧プレス前の粗面化層の厚みに対して 0.5 以下にすることが望ましく、さらに粗面化層の空間が潰れる程度にプレスすることが好ましい。

【0072】次に、モールド材 16 により、陽極弁金属箔 11 の所定の部分（容量形成部 11B 以外の部分）をマスキングし、ポリビニール、ポリチオフェン、ポリアニリンなどからなる固体電解質層 13 を、ドーバントと各モノマーを含む溶液を用いて、化学重合あるいは化学重合と電解重合により形成する。

【0073】以降は、実施の形態 1 と同様の方法により、薄型で、回路基板に内蔵可能な電解コンデンサを得る。

【0074】なお、導電性粒子 17 の材料は Au に限らず、導電性を有する材料であればよいが、固有抵抗が低く、安定な Au、Ag、Cu、Ni、C 等の中から選択されることが好ましい。

【0075】以上のように、本実施の形態の電解コンデンサは、導電性粒子 17 を電極引き出し部 11A に埋め込むことにより、実施の形態 1 の電解コンデンサにより得られる効果に加え、回路基板と電気的に接続する際の接続抵抗のさらなる低抵抗化と安定化とを実現できるといふ効果も得ることができる。

【0076】なお、本実施の形態においても、実施の形態 1 の場合と同様に、粗面化された陽極用弁金属箔 11 上に誘電体酸化皮膜層 12 および固体電解質層 13 を形成した後で、陽極用弁金属箔 11 の粗面化層を圧縮し、さらに誘電体酸化皮膜層 12 の欠陥修復を行うことも可能である。

【0077】（実施の形態 3）図 4 には、本実施の形態の電解コンデンサの断面構成図が示されている。図 4 において、21 は陽極用弁金属箔である。なお、実施の形態 1、2 にて説明した部材と同様の部材には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材の説明を省略する。

【0078】本実施の形態の電解コンデンサにおける陽極用弁金属箔 21 は、実施の形態 1、2 の陽極用弁金属箔 11 と異なり、固体電解質層 13 および陰極用集電体層 14 が形成される一方向のみが粗面化されているが、その他、使用可能な金属等については陽極用弁金属箔 11 と同じである。また、陽極用弁金属箔 21 も、陽極用弁金属箔 11 と同様、電極引き出し部 21A と容量形成部 21B とを有している。電極引き出し部 21A の陽極端子として機能する部分は陽極用弁金属箔 21 の粗面化された面に設けられているため、本実施の形態においては、陽極端子と陰極端子（陰極用集電体層 14）とが電解コンデンサの同一面側（上面側）に配置されていることになる。従って、本実施の形態の電解コンデンサを回路基板に内蔵した場合に、電解コンデンサの同一面側から陽極と陰極への配線を引き出すことができるので、配

線を短くすることができる。

【0079】以上のように、本実施の形態の電解コンデンサは、実施の形態2の電解コンデンサにより得られる効果に加え、回路基板に内蔵した際に短配線化を実現して、回路の高周波駆動に十分対応可能となるという効果も得ることができる。

【0080】なお、本実施の形態の電解コンデンサは、陽極用弁金属箔21を形成する際に一方のみを粗面化するが、それ以外の工程については実施の形態2の電解コンデンサとほぼ同様の方法にて作製することができる。また、陽極用弁金属箔21の材質および加圧方法は、実施の形態1で説明した陽極用弁金属箔11と同じである。

【0081】(実施の形態4)図5には、本実施の形態の電解コンデンサの断面構成図が示されている。図5において、18は導電体ビアである。なお、実施の形態1～3にて説明した部材と同様の部材には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材の説明を省略する。

【0082】本実施の形態の電解コンデンサは、実施の形態3の電解コンデンサとほぼ同じ構成であるが、陽極用弁金属箔21の容量形成部21B以外の部分に導電体ビア18が設けられている点で異なる。以下に、本実施の形態における電解コンデンサの製造方法について説明する。

【0083】実施の形態3の電解コンデンサを作製し、次いで、容量形成部21B以外の部分に貫通孔を形成する。次に、この貫通孔の内部に、モールド材16を充填して硬化させる。その後、この貫通孔内のモールド材16にビアとなる貫通孔をさらに形成し、この貫通孔内に導電性ペーストを充填して、導電体ビア18を形成する。なお、導電体ビア18は、導電性ペーストに限らず、メッキなどにより形成されたものでもよい。

【0084】以上のように、本実施の形態の電解コンデンサは、導電体ビア18を備えたことにより、実施の形態3の電解コンデンサにより得られる効果に加え、回路基板に内蔵した際に電解コンデンサを貫通させて電気配線を形成し、より高密度化と高性能化が図れるという効果も得ることができる。

【0085】(実施の形態5)図6(a)～図6(c)には、本実施の形態の電解コンデンサの概略構成が示されている。図6(a)は断面構成図、図6(b)は上面図、図6(c)は下面図である。但し、ここでは説明の便宜上、電解コンデンサの上面と下面を決定しているだけで、本実施の形態の電解コンデンサの使用時において上面および下面は特に指定されるものではない。図6

(a)～図6(c)において、31は陽極用弁金属箔であり、陽極用弁金属箔31は容量形成部31Bおよび電極引き出し部31Aを有している。実施の形態1～4にて説明した部材と同様の部材には同じ参照番号を付記し

ており、ここではそれらの部材の説明を省略する。

【0086】本実施の形態の電解コンデンサは、実施の形態1の電解コンデンサとほぼ同じ構成であるが、陽極用弁金属箔31の容量形成部31B以外の部分に導電体ビア18が設けられている点で異なる。

【0087】以下に、本実施の形態における電解コンデンサの製造方法について説明する。

【0088】実施の形態1の電解コンデンサを作製し、次いで、容量形成部31B以外の部分に貫通孔を形成する。次に、この貫通孔の内部に、モールド材16を充填して硬化させる。その後、この貫通孔内のモールド材16にビアとなる貫通孔をさらに形成し、この貫通孔内に導電性ペーストを充填して、導電体ビア18を形成する。なお、導電体ビア18は、導電性ペーストに限らず、メッキなどにより形成されたものでもよい。

【0089】本実施の形態の電解コンデンサは導電体ビア18を有しているため、実施の形態3の電解コンデンサによって得られる効果に加えて、回路基板に内蔵した場合にコンデンサを貫通して電気配線を形成することができ、このため、一層高密度化と高性能化が図れる。

【0090】なお、本実施の形態の電解コンデンサは、実施の形態2の電解コンデンサを作製した後、上記と同様な方法で導電体ビア18を形成したものでもよい。さらに、電極引き出し部31Aの面(外部と電氣的に接続される面)上にメッキなどによって金属層を設けてもよい。

【0091】(実施の形態6)図7(a)～図7(c)には、本実施の形態の電解コンデンサの概略構成が示されている。図7(a)は断面構成図、図7(b)は上面図、図7(c)は下面図である。但し、ここでは説明の便宜上、電解コンデンサの上面と下面を決定しているだけで、本実施の形態の電解コンデンサの使用時において上面および下面は特に指定されるものではない。図7

(a)～図7(c)において、20は陰極用集電体クラッド層であり、41は陽極用弁金属箔である。なお、実施の形態1～5にて説明した部材と同様の部材には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材の説明を省略する。本実施の形態の電解コンデンサは、実施の形態2の電解コンデンサとほぼ同じ構成であるが、陰極用集電体クラッド層20が存在すること、および複数端子構造とするためにモールド材16を電極引き出し部41Aが存在する面側にも有する点で異なる。陰極用集電体クラッド層20として、Cu、Niを用いることにより、直接、ハンダ付け可能な電極となり得る。

【0092】以下に、本実施の形態の電解コンデンサの構成について、本発明における電解コンデンサの製造方法の一実施形態と合わせて説明する。

【0093】まず、例えば、純度99.99%のアルミニウム箔に交流電流を印加し、塩酸を主体とする電解液中で電解エッチングすることにより、アルミニウム箔を

粗面化して陽極用弁金属箔 41 を作製する。

【0094】次に、陽極用弁金属箔 41 の容量形成部 41B を所定のプレス形状を有するプレス機等により加圧プレスし、粗面化層を圧縮する。このとき、加圧プレス後の粗面化層厚み指数が 0.5 以上となるようにプレスすることが好ましい。

【0095】次に、陽極用弁金属箔 41 を中性の電解液中で陽極酸化し、陽極用弁金属箔 41 の表面に任意の耐圧を有する誘電体酸化皮膜層 12 を形成する。

【0096】次に、陽極用弁金属箔 41 の電極引き出し部 41A の下面部分に、導電性粒子 17 として粒径数 μm の Au 粒子を置き、Au 粒子を埋め込む方向に電極引き出し部 41A を加圧プレスする。この工程により、導電性粒子 17 が陽極用弁金属箔 41 上の誘電体酸化皮膜層 12 を破って埋め込まれるため、電極引き出し部 41A と回路配線とを電気的に接続する際の接続抵抗の低抵抗化と安定性を実現することができる。ここで、電極引き出し部 41A に対するプレスは、導電性粒子 17 の脱落を防ぐために、容量形成部 41B に対するプレスよりも高い圧力で行うことが必要である。さらに、電極引き出し部 41A は、加圧プレス後の粗面化層の厚みを加圧プレス前の粗面化層の厚みに対して 0.5 以下にすることが望ましく、さらに粗面化層の空間が潰れる程度にプレスすることが好ましい。

【0097】次に、モールド材 16 により、陽極弁金属箔 41 の所定の部分（容量形成部 41B 以外の部分）をマスキングし、ポリビニール、ポリチオフェン、ポリアニリンなどからなる固体電解質層 13 を、ドーバントと各モノマーを含む溶液を用いて、化学重合あるいは化学重合と電解重合により形成する。

【0098】一方、陰極側の集電には、Cu 箔あるいは Ni 箔（陰極用集電体クラッド層 20）と Al 箔の表面に炭素粒子 15 を加圧プレスなどにより埋め込んだもの（陰極用集電体層 14）とのクラッド材を用いる。この陰極用集電体層 14 の一方の面に、ポリビニール、ポリチオフェン、ポリアニリンなどからなる導電性高分子層を、ドーバントと各モノマーを含む溶液を用いて、電解重合により形成してもよい。なお、陰極用集電体層 14 は、従来と同じように、カーボン層と Ag ペースト層とにより形成することも可能である。また、陰極用集電体層 14 と固体電解質層 13 との接合方法は、実施の形態 1 の場合と同じである。従って、実施の形態 1 の場合と同様に積層セラミックコンデンサ並の低 ESR を実現できる。

【0099】次いで、陽極端子、陰極端子として機能する部分を除いてモールド材 16 により封止する。このとき、電極引き出し部 41A が 2ヶ所となるように封止する。最後に吸湿エージングと乾燥を行って、電解コンデンサを得る。

【0100】本実施の形態の電解コンデンサによれば、

陽極用弁金属箔 41 の加圧による薄型化と上下面に接続端子を有することによる低 ESL 化に加え、2ヶ所の陽極端子を有する 3 端子構造として使用できるため、陽極用弁金属箔 41 が回路基板への搭載時に回路配線としても機能することによる低 ESL 化を実現できる。さらに、陽極用弁金属箔 41 が予め加圧されることにより、回路基板に内蔵する際の耐ストレス性が向上するため、回路基板への内蔵化が可能な電解コンデンサが実現できる。また、本実施の形態の電解コンデンサを用いることにより、高密度化と高性能化が実現された電解コンデンサ内蔵回路基板を得ることができる。

【0101】なお、本実施の形態の電解コンデンサにおいて、導電性粒子 17 の材料は Au に限らず、導電性を有する材料であればよいが、固有抵抗が低く、安定な Au、Ag、Cu、Ni、C 等の中から選択されることが好ましい。さらには、本実施の形態の電解コンデンサにおける電極引き出し部 41A は、導電性粒子 17 を埋め込まずに、加圧プレスしたものや、加圧プレス後にメッキなどにより、金属層を形成したものであってもよい。

【0102】（実施の形態 7）図 8 には、本実施の形態の電解コンデンサの断面構成図が示されている。図 8 において、51 は陽極用弁金属箔、領域 51A は電極引き出し部、領域 51B は容量形成部、52 は誘電体酸化皮膜層、53 は固体電解質層、54 はカーボン層、55 は Ag ペースト層（カーボン層 54 および Ag ペースト層 55 は陰極用集電体層として機能する）、56 は導電性粒子である。

【0103】以下に、本実施の形態の電解コンデンサの構成について、本発明における電解コンデンサの製造方法の一実施形態と合わせて説明する。

【0104】まず、例えば、純度 99.99% のアルミニウム箔に交流電流を印加し、塩酸を主体とする電解液中で電解エッチングすることにより粗面化し、陽極用弁金属箔 51 を作製する。

【0105】次いで、中性の電解液中で陽極酸化して、陽極用弁金属箔 51 の表面に任意の耐圧を有する誘電体酸化皮膜層 52 を形成する。

【0106】次に、ポリビニール、ポリチオフェン、ポリアニリンなどの導電性高分子からなる固体電解質層 53 を、ドーバントと各モノマーを含む溶液を用いて化学重合あるいは化学重合と電解重合により誘電体酸化皮膜層 52 上に形成する。

【0107】次に、平面プレスあるいはローラプレスにより粗面化された陽極用弁金属箔 51 の容量形成部 51B を厚み方向に加圧し、その後、有機溶媒系の電解液中で再陽極酸化し、誘電体酸化皮膜層 52 を修復する。このときの好ましい粗面化層の圧縮率は実施の形態 1 の場合と同じである。

【0108】次に、陽極用弁金属箔 51 の電極引き出し部 51A の部分に導電性粒子 56 として、粒径数 μm の

10

20

30

40

50

Au粒子を置き、電極引き出し部51Aを平面プレスする。この時、容量形成部51Bを加圧する圧力よりも高い圧力で電極引き出し部51Aをプレスする。

【0109】次に、カーボン層54をカーボン分散液中にディップして形成し、乾燥後、次いで、Agペースト層55を同様に形成する。これにより、本発明の電解コンデンサを得る。その後、必要に応じて、陽極端子と陰極端子を別途接続してもよく、また、電極端子となる部分を除いてシリカなどの無機フィラーを含むエポキシ樹脂などからなるモールド材により封止してもよい。また、次いで85℃、80%RHの雰囲気中で、所定の電圧をかけて、誘電体酸化皮膜層52の欠陥修復と固体電解質層53との絶縁化処理を行ってもよい。

【0110】また、本実施の形態の電解コンデンサの製造方法において、陽極用弁金属箔51の容量形成部51Bと電極引き出し部51Aはそれぞれ独立にプレスしたが、容量形成部51Bのプレスの際、同時に電極引き出し部51Aをプレスし、その後、導電性粒子56などを電極引き出し部51Aに配置して、容量形成部51Bよりも高い圧力で電極引き出し部51Aをプレスしてもよい。

【0111】陽極用弁金属箔51はアルミニウムが好ましいが、タンタル、ニオブなどの弁金属箔であればこれに限定するものではなく、粗面化の方法も直流エッチングなど他の方法でも良い。

【0112】また、陰極用集電体層として、界面抵抗の低減のために炭素粒子を埋め込んだCu箔やNi箔やアルミニウム箔を用いてもよい。また、陰極用集電体層として、ハンダ付けが可能なCu箔またはNi箔と、炭素粒子を埋め込んだアルミニウム箔とのクラッド材を用いてもよい。

【0113】なお、導電性粒子56の材料はAuに限らず、導電性を有する材料であればよいが、固有抵抗が低く、安定なAu、Ag、Cu、Ni、C等の中から選択されることが好ましい。

【0114】本実施の形態の電解コンデンサにおいては、予め陽極用弁金属箔51に対して加圧しているため、積層時やモールド時さらには、回路基板内蔵時の際のストレスに強くなり、接続抵抗の安定した信頼性の高いコンデンサを得ることができる。

【0115】さらに、本実施の形態の電解コンデンサは、陽極用弁金属箔51を加圧することで薄型化を実現して低ESL化を実現すると共に、導電性粒子56を電極引き出し部51Aに埋め込むことにより、回路基板と電氣的に接続する際の接続抵抗の低抵抗化と安定化とを実現できるという効果も得ることができる。

【0116】(実施の形態8) 図9は、本発明の電解コンデンサ内蔵回路基板の一実施形態を示す断面構成図である。図9において、61は図6(a)～図6(b)に示した電解コンデンサ、62は半導体チップ、63は回

路配線、64は絶縁材料、65はビア、66はパンプである。

【0117】絶縁材料64は、電解コンデンサ61との熱膨張率調整や放熱性などから、無機材料粒子と熱硬化性樹脂とのコンポジット材料が好ましい。

【0118】また、内蔵される電解コンデンサ61は、貫通する導電体ビアを備えたものでなくとも良く、本発明の電解コンデンサであれば良い。本発明の電解コンデンサ61は低ESRかつ低ESLであり、その製造プロセスに加圧履歴を有するため、基板内への内蔵時の積層加圧ストレスに対して強く、高い信頼性が得られる。

【0119】また、本発明のコンデンサ内蔵回路基板は、回路基板に電解コンデンサ61を埋め込んでいるので、半導体チップ62の直下に電解コンデンサ61を配置できる。従って、回路配線を短くできるため、高速駆動する回路基板や電源を実現できる。なお、本発明の電解コンデンサ内蔵回路基板の製造方法において、基板内に電解コンデンサ61を加圧積層により内蔵する場合、加圧積層時の圧力は電解コンデンサ61内の陽極用弁金属箔を加圧する場合の圧力よりも小さいものである。

【0120】

【実施例】以下、実施例を用いて本発明をさらに詳細に説明する。

【0121】(実施例1) 実施の形態1に示す電解コンデンサを作製した。

【0122】陽極用弁金属箔11として純度99.99%、厚さ100μmのアルミニウム箔を用い、濃度10wt%、液温35℃の塩酸を主体とする電解液中で交流電流を印加してアルミニウム箔の表面を電解エッチングし、粗面化した。粗面化層の厚みは40μmであった。

【0123】次に、陽極用弁金属箔11の容量形成部位11Bを粗面化層の圧縮率が0.8となるように平面プレスし、粗面化層を圧縮した。

【0124】次に、電極引き出し部11Aを粗面化層の圧縮率が0.4になるように平面プレスし、粗面化層を圧縮した。

【0125】次に液温が60℃で、濃度が5wt%のアジピン酸アンモニウムの水溶液を陽極酸化液として、化成電圧8Vで定電圧化成を行い、陽極用弁金属箔11の表面に誘電体酸化皮膜層12を形成した。

【0126】次に、陽極用弁金属箔11の5mm角の面をコンデンサ部(容量形成部11Bに相当する。)として、それ以外の陽極用弁金属箔11の外周をマスキングした。このとき、エポキシ樹脂のモールド材16を塗布して硬化させたものをマスク材とした。

【0127】次に、ポリチオフェンモノマーと鉄系酸化剤とドーパントとを含む溶液を陽極用弁金属箔11の前記コンデンサ部となる面に滴下し、化学重合により固体電解質層13を形成した。

【0128】次いで、有機溶媒系の電解液中で再度陽極

10

20

30

40

50

酸化を行い、誘電体酸化皮膜層 12 を修復した。

【0129】一方、陰極用集電体層 14 としては、Ni 箔の片面に炭素粒子 15（アセチレンブラック）を加圧プレスにより埋め込んだものを用いた。

【0130】次に、固体電解質層 13 が形成された陽極用弁金属箔 11 の 5 mm 角のコンデンサ部を残しながら、10 mm 角にその周囲を切り出した。固体電解質層 13 上に導電性高分子を含む導電性溶液を塗布し、固体電解質層 13 と陰極用集電体層 14 とを対向させて積層した。この時、容量形成部 11 B を加圧したときの圧力 10 以下の圧力をかけ、窒素雰囲気中で加圧した状態のまま、陰極用集電体層 14 と固体電解質層 13 とを互いに接合した。

【0131】次に、シート状の無機フィラーを含有するエポキシ系のモールド材 16 を外周部に塗布し硬化させ、封止した。

【0132】次に、エージングとして 80℃80%RH の雰囲気中で吸湿させて定電圧を印加し、誘電体酸化皮膜層 12 の再修復を行い、乾燥させて電解コンデンサを得た。但し、エージングを行わなくても本実施例の電解 20 コンデンサの漏れ電流値は 1 μA 以下であった。

【0133】得られた電解コンデンサの厚みは約 250 μm であった。また、容量形成部 11 B の粗面化層の圧縮率が 0.8 の電解コンデンサにおいて、LCR メータによる周波数特性から、120 Hz の容量は約 14.5 μF であった。100 kHz での ESR は約 10 mΩ であった。また、図 10 に示した電解コンデンサの厚さと共振法により測定した ESL との関係から、ESL はおよそ 0.2 nH であった。このように、1 nH 以下と、積層セラミックコンデンサ並みに低い ESL 値が得られ、また、同時に低 ESR 化も実現できた。 30

【0134】また、この電解コンデンサを、コンポジット材料を絶縁体層とする回路基板に加圧プロセスを経て内蔵したところ、漏れ電流約 0.4 μA と、漏れ電流の増加もみられず良好であった。

【0135】さらに、これらの回路基板は半導体チップの実駆動電圧の安定化に優れ、高周波ノイズの吸収性に優れたものであった。さらに、電極引き出し部 11 A と同様の条件でプレスした陽極用弁金属箔を Ag ベーストで回路配線と接続してその接続抵抗を測定したところ、抵抗値は数十 mΩ と低抵抗であった。

【0136】（実施例 2）実施の形態 2 に示す電解コンデンサを作製した。

【0137】陽極用弁金属箔 11 として純度 99.99%、厚さ 100 μm のアルミニウム箔を用い、濃度 10 wt%、液温 35℃の塩酸を主体とする電解液中で交流電流を印加してアルミニウム箔の表面を電解エッチングし、粗面化した。粗面化層の厚みは 40 μm であった。

【0138】次に、陽極用弁金属箔 11 の容量形成部 11 B を粗面化層の圧縮率が 0.5 となるように平面プレ 50

スし、粗面化層を圧縮した。

【0139】次に液温が 60℃で、濃度が 5 wt% のアジピン酸アンモニウムの水溶液を陽極酸化液として、化成電圧 8 V で定電圧化成を行い、陽極用弁金属箔 11 の表面に誘電体酸化皮膜層 12 を形成した。

【0140】次に、電極引き出し部 11 A も導電性粒子 17 として Au を配置し、粗面化層の圧縮率が 0.4 になるように平面プレスし、粗面化層を圧縮した。

【0141】次に、陽極用弁金属箔 11 の 5 mm 角の面をコンデンサ部（容量形成部 11 B に相当する。）として、それ以外の陽極用弁金属箔 11 の外周をマスキングした。このとき、エポキシ樹脂のモールド材 16 を塗布して硬化させたものをマスク材とした。

【0142】次に、ポリチオフェンモノマーと鉄系酸化剤とドーパントとを含む溶液を陽極用弁金属箔 11 の前記コンデンサ部となる面に滴下し、化学重合により固体電解質層 13 を形成した。

【0143】次いで、有機溶媒系の電解液中で再度陽極酸化を行い、誘電体酸化皮膜層 12 を修復した。

【0144】一方、陰極用集電体層 14 としては、Ni 箔の片面に炭素粒子 15（アセチレンブラック）を加圧プレスにより埋め込んだものを用いた。

【0145】次に、固体電解質層 13 が形成された陽極用弁金属箔 11 の 5 mm 角のコンデンサ部を残しながら、10 mm 角にその周囲を切り出した。固体電解質層 13 上に導電性高分子を含む導電性溶液を塗布し、固体電解質層 13 と陰極用集電体層 14 とを対向させて積層した。この時、容量形成部 11 B を加圧したときの圧力 30 以下の圧力をかけ、窒素雰囲気中で加圧した状態のまま、陰極用集電体層 14 と固体電解質層 13 とを互いに接合した。

【0146】次に、シート状の無機フィラーを含有するエポキシ系のモールド材 16 を外周部に塗布し硬化させ、封止した。

【0147】次に、エージングとして 80℃80%RH の雰囲気中で吸湿させて定電圧を印加し、誘電体酸化皮膜層 12 の再修復を行い、乾燥させて電解コンデンサを得た。但し、エージングを行わなくても本実施例の電解コンデンサの漏れ電流値は 1 μA 以下であった。

【0148】得られた電解コンデンサの厚みは約 230 μm であった。また、容量形成部 11 B の粗面化層の圧縮率が 0.5 の電解コンデンサにおいて、LCR メータによる周波数特性から、120 Hz の容量は約 13.0 μF であった。100 kHz での ESR は約 5 mΩ であり、図 10 より ESL はおよそ 0.19 nH であった。このように、1 nH 以下と、積層セラミックコンデンサ並みの ESL 値が得られ、また、同時に低 ESR 化が実現できた。

【0149】また、この電解コンデンサを、コンポジット材料を絶縁体層とする回路基板に加圧プロセスを経て

内蔵したところ、漏れ電流約 $0.6\mu\text{A}$ と、漏れ電流の増加もみられず良好であった。

【0150】さらに、これらの回路基板は半導体チップの実駆動電圧の安定化に優れ、高周波ノイズの吸収性に優れたものであった。さらに、電極引き出し部11Aと同様の条件でプレスした陽極用弁金属箔をAgペーストで回路配線と接続してその接続抵抗を測定したところ、抵抗値は数十 $\text{m}\Omega$ と低抵抗であった。

【0151】なお、この電解コンデンサを、コンポジット材料を絶縁層とする回路基板に容量形成部11Bのプレス圧力よりも高い圧力をかけて内蔵した場合には、漏れ電流(4V印加時)は数 μA とより大きな値を示した。

【0152】(実施例3)実施の形態5に示す電解コンデンサを作製した。

【0153】陽極用弁金属箔31として純度99.99%、厚さ $100\mu\text{m}$ のアルミニウム箔を用い、濃度10wt%、液温 35°C の塩酸を主体とする電解液中で交流電流を印加してアルミニウム箔の表面を電解エッチングし、粗面化した。粗面化層の厚みは $40\mu\text{m}$ であった。

【0154】次に、陽極用弁金属箔31の容量形成部位31Bを粗面化層の圧縮率が0.8となるように平面プレスし、粗面化層を圧縮した。

【0155】次に、電極引き出し部11Aを粗面化層の圧縮率が0.4になるように平面プレスし、粗面化層を圧縮した。

【0156】次に液温が 60°C で、濃度が5wt%のアジピン酸アンモニウムの水溶液を陽極酸化液として、化成電圧8Vで定電圧化成を行い、陽極用弁金属箔31の表面に誘電体酸化皮膜層12を形成した。

【0157】次に、陽極用弁金属箔31の5mm角の面をコンデンサ部(容量形成部31Bに相当する。)として、それ以外の陽極用弁金属箔31の外周をマスキングした。このとき、エポキシ樹脂のモールド材16を塗布して硬化させたものをマスク材とした。

【0158】次に、ポリチオフェンモノマーと鉄系酸化剤とドーパントとを含む溶液を陽極用弁金属箔31の前記コンデンサ部となる面に滴下し、化学重合により固体電解質層13を形成した。

【0159】次いで、有機溶媒系の電解液中で再度陽極酸化を行い、誘電体酸化皮膜層12を修復した。

【0160】一方、陰極用集電体層14としては、Ni箔の片面に炭素粒子15(アセチレンブラック)を加圧プレスにより埋め込んだものを用いた。

【0161】次に、固体電解質層13が形成された陽極用弁金属箔11の5mm角のコンデンサ部を残しながら、 10mm 角にその周囲を切り出した。固体電解質層13上に導電性高分子を含む導電性溶液を塗布し、固体電解質層13と陰極用集電体層14とを対向させて積層した。この時、容量形成部31Bを加圧したときの圧力

以下の圧力をかけ、窒素雰囲気中で加圧した状態のまま、陰極用集電体層14と固体電解質層13とを互いに接合した。

【0162】次に、シート状の無機フィラーを含有するエポキシ系のモールド材16を外周部に塗布し硬化させ、封止した。

【0163】次に、メタルバンチング等により、コンデンサ部の外周部分に必要な貫通孔を形成し、この部分のマスキングを除去した。次いで、陽極端子、陰極端子として機能する部分を除いてモールド材16により封止した後、モールド材16で埋まった貫通孔形成部に、陽極用弁金属箔31を露出させない程度の貫通孔をさらに形成した。次に、形成した貫通孔内にCuペーストをすり込んで、導電体ビア18を形成した。

【0164】次に、エージングとして 80°C 80%RHの雰囲気中で吸湿させて定電圧を印加し、誘電体酸化皮膜層12の再修復を行い、乾燥させて電解コンデンサを得た。但し、エージングを行わなくても本実施例の電解コンデンサの漏れ電流値は $1\mu\text{A}$ 以下であった。

【0165】得られた電解コンデンサの厚みは約 $250\mu\text{m}$ であった。また、容量形成部31Bの粗面化層の圧縮率が0.8の電解コンデンサにおいて、LCRメータによる周波数特性から、 120Hz の容量は約 $14.5\mu\text{F}$ であった。 100kHz でのESRは約 $10\text{m}\Omega$ であり、ESLはおおよそ 0.2nH であった。このように、 1nH 以下と、積層セラミックコンデンサ並みに低いESL値が得られ、また、同時に低ESR化も実現できた。

【0166】また、この電解コンデンサを、コンポジット材料を絶縁層とする回路基板に加圧プロセスを経て内蔵したところ、漏れ電流約 $0.4\mu\text{A}$ と、漏れ電流の増加も見られず良好であった。

【0167】さらに、本実施例の電解コンデンサは、導電体ビア18を有しているため、この電解コンデンサを内蔵した回路基板は高密度配線が可能で、これらの回路基板は半導体チップの実駆動電圧の安定化に優れ、高周波ノイズの吸収性に優れたものであった。また、導電ビア18として、導電ビア18の外周を無電解Niメッキにより形成後、Cuペーストを充填したものを作製した場合にも同等の性能が得られた。

【0168】(実施例4)実施の形態6に示す電解コンデンサを作製した。

【0169】陽極用弁金属箔41として純度99.99%、厚さ $100\mu\text{m}$ のアルミニウム箔を用い、濃度10wt%、液温 35°C の塩酸を主体とする電解液中で交流電流を印加してアルミニウム箔の表面を電解エッチングし、粗面化した。粗面化層の厚みは $40\mu\text{m}$ であった。

【0170】次に、陽極用弁金属箔41の容量形成部41Bを粗面化層の圧縮率が0.5となるように平面プレスし、粗面化層を圧縮した。

10

20

30

40

50

【0171】次に液温が60℃で、濃度が5wt%のアジピン酸アンモニウムの水溶液を陽極酸化液として、化成電圧8Vで定電圧化成を行い、陽極用弁金属箔41の表面に誘電体酸化皮膜層12を形成した。

【0172】次に、電極引き出し部41Aは、導電性粒子17としてAuを配置し、粗面化層の圧縮率が0.4になるように平面プレスし、粗面化層を圧縮した。

【0173】次に、陽極用弁金属箔41の5mm角の面をコンデンサ部（容量形成部41Bに相当する。）として、それ以外の陽極用弁金属箔41の外周をマスキングした。このとき、エポキシ樹脂のモールド材16を塗布して硬化させたものをマスク材とした。

【0174】次に、ポリチオフェンモノマーと鉄系酸化剤とドーパントとを含む溶液を陽極用弁金属箔41の前記コンデンサ部となる面に滴下し、化学重合により固体電解質層13を形成した。

【0175】次いで、有機溶媒系の電解液中で再度陽極酸化を行い、誘電体酸化皮膜層12を修復した。

【0176】一方、陰極用集電体層14としては、アルミニウム箔の片面に炭素粒子15（アセチレンブラック）を加圧プレスにより埋め込んだものを用いた。また、クラッド層20としてはCu箔を用いた。

【0177】次に、固体電解質層13が形成された陽極用弁金属箔41の5mm角のコンデンサ部を残しながら、10mm角にその周囲を切り出した。固体電解質層13上に導電性高分子を含む導電性溶液を塗布し、固体電解質層13と陰極用集電体層14とを対向させて積層した。この時、容量形成部41Bを加圧したときの圧力以下の圧力をかけ、窒素雰囲気中で加圧した状態のまま、陰極用集電体層14と固体電解質層13とを互いに接合した。

【0178】次に、電極引き出し部41A（陽極端子として機能する部分）を2ヶ所設けるように、モールド材16により封止した。

【0179】次に、エージングとして80℃80%RHの雰囲気中で吸湿させて定電圧を印加し、誘電体酸化皮膜層12の再修復を行い、乾燥させて3端子型の電解コンデンサを得た。但し、エージングを行わなくても本実施例の電解コンデンサの漏れ電流値は1μA以下であった。

【0180】得られた電解コンデンサの厚みは約350μmであった。また、容量形成部11Bの粗面化層の圧縮率が0.5の電解コンデンサにおいて、LCRメータによる周波数特性から、120Hzの容量は約13.0μFであった。2つの電極引き出し部41Aのうちの一つを陽極端子として使用し、2端子型の電解コンデンサとして測定した100kHzでのESRは約5mΩであり、ESLは約0.25nHであった。このように、積層セラミックコンデンサ並みのESR値が得られ、また、同時に低ESL化が実現できた。

【0181】また、この電解コンデンサを、コンポジット材料を絶縁体層とする回路基板に加圧プロセスを経て内蔵したところ、その後の容量特性に変化はなく、漏れ電流約0.3μAと、漏れ電流の増加もみられず良好であった。

【0182】さらに、本実施例の電解コンデンサは3端子構造であるため、基板実装状態では、電解コンデンサの陽極に起因するESLは無視できる。このため、この電解コンデンサを内蔵した回路基板は、半導体チップの実駆動電圧の安定化に優れ、高周波ノイズの吸収性に優れたものであった。

【0183】（実施例5）実施の形態7に示す電解コンデンサを作製した。

【0184】陽極用弁金属箔51として純度99.99%、厚さ100μmのアルミニウム箔を用い、濃度10wt%、液温35℃の塩酸を主体とする電解液中で交流電流を印加してアルミニウム箔の両面を電解エッチングし、粗面化した。粗面化層の厚みは40μmであった。

【0185】次いで、陽極用弁金属箔51を打ち抜き、液温が60℃で、濃度が5wt%のアジピン酸アンモニウム水溶液を陽極酸化液として、化成電圧8Vで定電圧化成を行い、アルミニウム箔の表面に誘電体酸化皮膜層52を形成した。

【0186】コンデンサ部（容量形成部51Bに相当する。）となる陽極用弁金属箔51の有効部分は3.5mm角とし、ポリチオフェンモノマーと鉄系酸化剤とドーパントとを含む溶液を前記コンデンサ部となる面に滴下し、化学重合により固体電解質層13を薄く形成した。その後、電解重合により固体電解質層を13を充分形成した。

【0187】次いで、平面プレスあるいはローラプレスにより、粗面化された陽極用弁金属箔51の容量形成部51Bをプレスし、その後、有機溶媒系の電解液中で再陽極酸化し、誘電体酸化皮膜12を修復した。次に、陽極用弁金属箔51の電極引き出し部51Aの部分に導電性粒子56としてAu粒子を置き、電極引き出し部51Aを平面プレスした。

【0188】次に、固体電解質層53上に、カーボン層54、Agペースト層55をディップと加熱により形成した。

【0189】以上のように形成された電解コンデンサの特性は、LCRメータによる周波数特性から、120Hzの容量は約14μFであった。また、100kHzでのESRは約20mΩであり、低ESR化実現できた。ESLもリードフレームがない分従来の電解コンデンサよりも小さくなるため、回路基板内に内蔵した場合の短配線化が実現でき、回路基板として優れた特性が得られる。また、漏れ電流はおおよそ0.6μAであった。

【0190】また、Agペースト層55を介して回路配線と電氣的接続を取るようにした本実施例の電解コンデ

ンサを、コンポジット材料を絶縁体層とする回路基板に加圧プロセスを経て内蔵したところ、内蔵後の漏れ電流（4 V印加時）は0.6 μ Aであり、内蔵前と変化が見られなかった。なお、この加圧は、容量形成部51Bの加圧時の圧力よりも低い圧力でを行った。この電解コンデンサ内蔵回路基板は、抵抗による電圧ドロップも小さく、優れた高周波応答性と低電圧での駆動安定性を有していた。

【0191】（比較例）図11に示した従来の機能性高分子電解コンデンサを作製した。

【0192】陽極用アルミニウム電極箔101としては純度99.99%、厚さ100 μ mのアルミニウム箔を用い、濃度10 wt%、液温35℃の塩酸を主体とする電解液中で交流電流を印加してアルミニウム箔の両面を電解エッチングし、粗面化した。粗面化層の厚みは40 μ mであった。

【0193】次に、陽極用アルミニウム電極箔101を打ち抜き、液温が60℃で、濃度が5 wt%のアジピン酸アンモニウムの水溶液を陽極酸化液として、化成電圧8 Vで定電圧化成を行い、陽極用アルミニウム電極箔101の両面に誘電体酸化皮膜層102を形成した。

【0194】次に、コンデンサ部となる陽極用アルミニウム電極箔101の有効部分を3.5 mm角とし、このコンデンサ部となる面にポリチオフェンモノマーと鉄系酸化剤とドーパントとを含む溶液を滴下し、化学重合により導電性高分子層103を薄く形成した。その後、さらに電解重合により導電性高分子層103を充分形成した。

【0195】次に、導電性高分子層103上に、カーボン層104とAgペースト層105をディップと加熱により形成し、リードフレーム106をアルミニウム箔に溶接し、リードフレーム107をAgペーストにより接着した後、モールド樹脂108をトランスファー成形により形成した。

【0196】最後に、80℃80%RHの雰囲気中で吸湿させて定電圧を印加し、誘電体酸化皮膜102の再修復を行った。その後乾燥させて、従来の機能性高分子電解コンデンサを得た。

【0197】得られた機能性高分子電解コンデンサの特性は、LCRメータによる周波数特性から、120 Hzの容量が約14 μ Fであった。100 kHzでのESRは約20 m Ω であり、ESLはおよそ3 nH、漏れ電流はおよそ0.5 μ Aであった。

【0198】また、この従来の機能性高分子電解コンデンサを、コンポジット材料を絶縁体層とする回路基板に加圧プロセスを経て内蔵したが、その後の漏れ電流（4 V印加時）はすべて数百 μ Aから数mAもあり、ショートしているものが多く見られた。

【0199】さらに、モールドしていない状態の機能性高分子電解コンデンサを、Agペースト層105を介し

て回路配線と電氣的接続をとるように同様のコンポジット基板に内蔵したが、漏れ電流（4 V印加時）は数百 μ A以上であり、ほとんどのものがショートした。さらに、使用した従来の粗面化した陽極用アルミニウム電極箔101をAgペーストで回路配線と接続し、その接続抵抗を測定したところ、抵抗値は数 Ω ～数十 Ω であった。

【0200】このように、実施例1～5による電解コンデンサおよびその製造方法によれば、従来の機能性高分子電解コンデンサと比較して、薄型化を実現するのみならず、低ESL化の効果と、低抵抗接続ならびに回路基板への内蔵が可能な優れた耐ストレス効果が得られることが確認された。また本実施例による電解コンデンサ内蔵回路基板は、半導体チップの実駆動電圧の安定化と高周波ノイズの吸収性に優れた特性効果が得られることも確認された。

【0201】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、回路基板に埋め込んだ時のストレスの影響を低減できる基板内蔵可能な低ESLの電解コンデンサが実現でき、さらには高周波応答および大電流駆動が可能な電解コンデンサ内蔵回路基板が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は本発明の実施の形態1の電解コンデンサの断面構成図、（b）は前記電解コンデンサの上面図、（c）は前記電解コンデンサの下面図である。

【図2】 粗面化層厚さ指数と容量指数の関係図である。

【図3】（a）は本発明の実施の形態2の電解コンデンサの断面構成図、（b）は前記電解コンデンサの上面図、（c）は前記電解コンデンサの下面図である。

【図4】 本発明の実施の形態3の電解コンデンサの断面構成図である。

【図5】 本発明の実施の形態4の電解コンデンサの断面構成図である。

【図6】（a）は本発明の実施の形態5の電解コンデンサの断面構成図、（b）は前記電解コンデンサの上面図、（c）は前記電解コンデンサの下面図である。

【図7】（a）は本発明の実施の形態6の電解コンデンサの断面構成図、（b）は前記電解コンデンサの上面図、（c）は前記電解コンデンサの下面図である。

【図8】 本発明の実施の形態7の電解コンデンサの断面構成図である。

【図9】 本発明の実施の形態8の電解コンデンサ内蔵回路基板の断面構成図である。

【図10】 電解コンデンサの厚さとESLとの関係を示す関係図である。

【図11】 従来の機能性高分子電解コンデンサの断面構成図である。

【符号の説明】

10

20

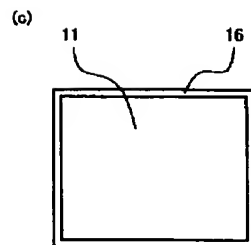
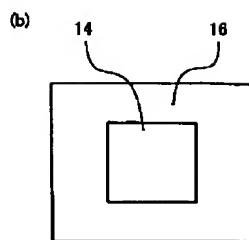
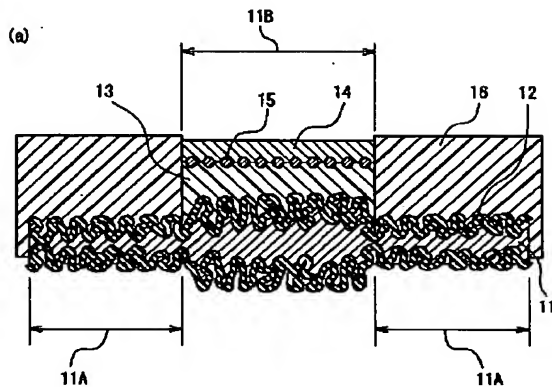
30

40

50

- 11 陽極用弁金属箔
- 11A 電極引き出し部
- 11B 容量形成部
- 12 誘電体酸化皮膜層
- 13 固体電解質層
- 14 陰極用集電体層
- 15 炭素粒子
- 16 モールド材
- 17 導電性粒子
- 18 導電体ビア
- 21 陽極用弁金属箔
- 21A 電極引き出し部
- 21B 容量形成部
- 31 陽極用弁金属箔
- 31A 電極引き出し部
- 31B 容量形成部
- 41 陽極用弁金属箔

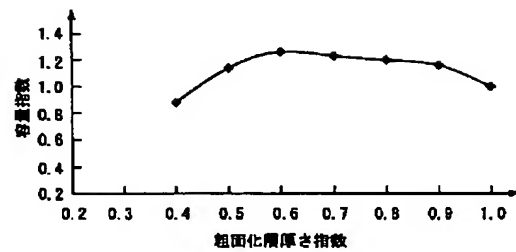
【図1】



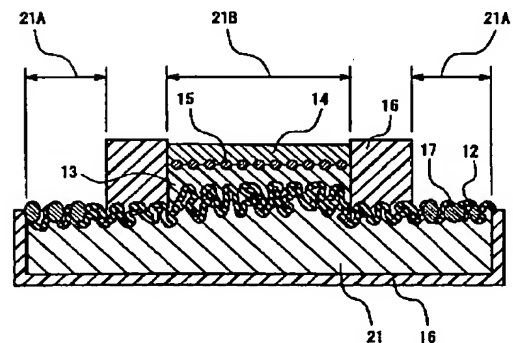
- * 41A 電極引き出し部
- 41B 容量形成部
- 51 陽極用弁金属箔
- 51A 電極引き出し部
- 51B 容量形成部
- 52 誘電体酸化皮膜層
- 53 固体電解質層
- 54 カーボン層
- 55 Agペースト層
- 56 導電性粒子
- 61 電解コンデンサ
- 62 半導体チップ
- 63 回路配線
- 64 絶縁材料
- 65 ビア
- 66 バンプ

*

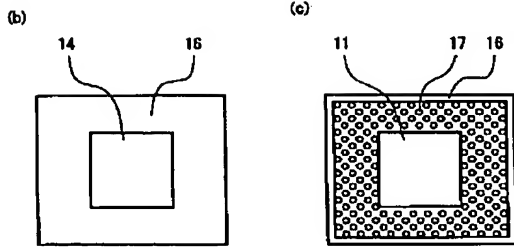
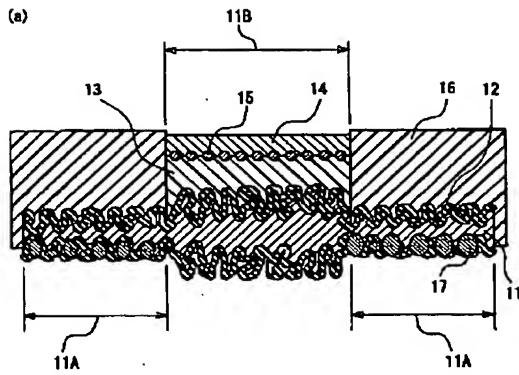
【図2】



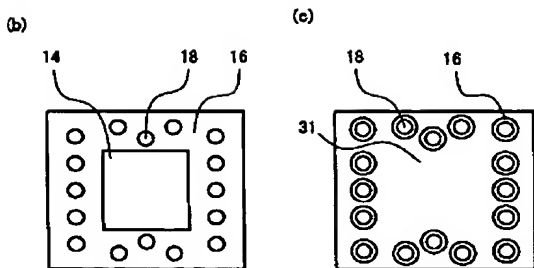
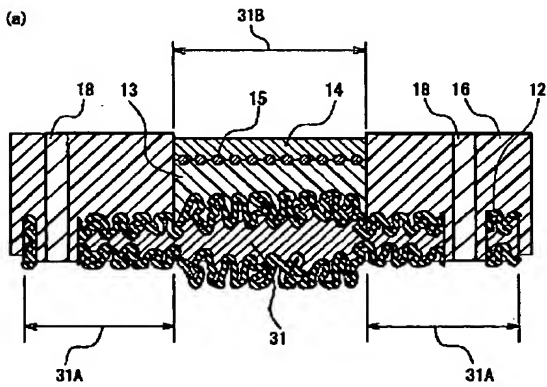
【図4】



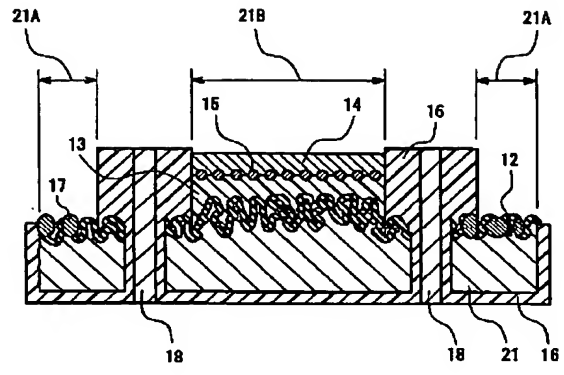
【図3】



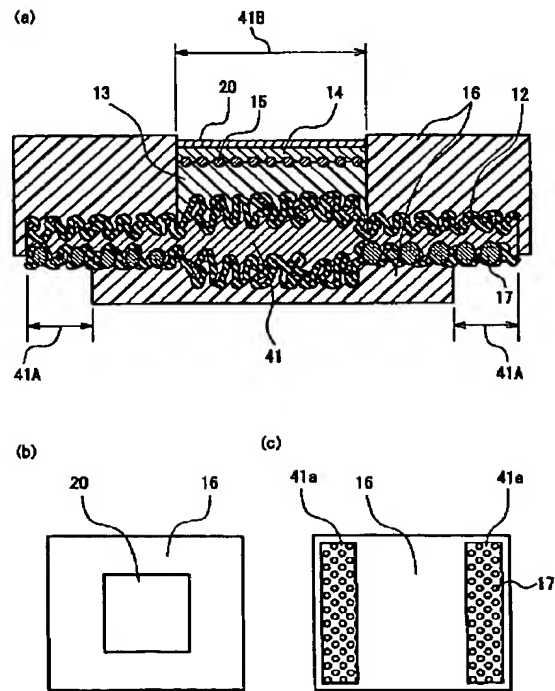
【図6】



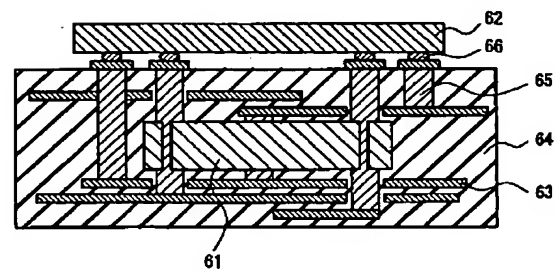
【図5】



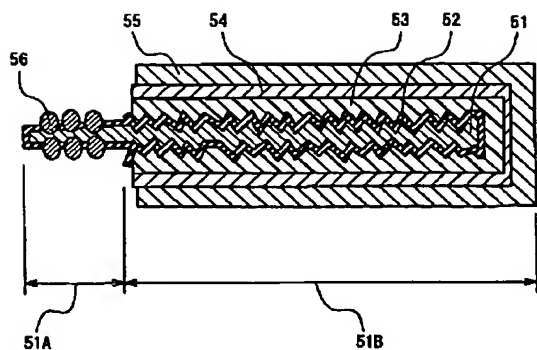
【図7】



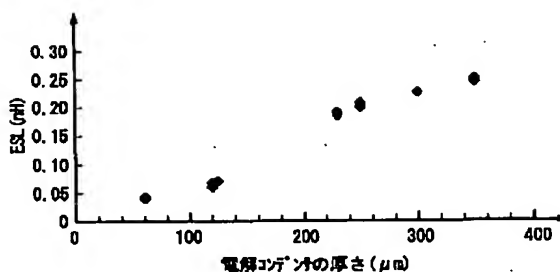
【図9】



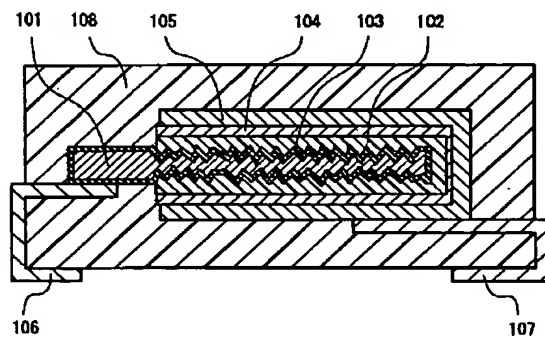
【図8】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

キーワード (参考)

H 0 1 G 9/24

C

(72)発明者 中谷 誠一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 白石 誠吾
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 半田 浩之
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 石川 明洋
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム (参考) 5E336 AA08 BB03 BB15 BC26 CC32
CC53 GG14
5E346 AA02 AA12 AA15 AA60 BB01
CC08 CC31 FF45 GG40 HH01
HH31